

# Caracterización climática de las etapas áridas del Pleistoceno Superior en la Región Central Peninsular

M.B. Ruiz Zapata<sup>1</sup>, A. Pérez-González<sup>2</sup>, M. Dorado Valiño<sup>1</sup>, A. Valdeolmillos Rodríguez<sup>1</sup>,  
I. de Bustamante Gutiérrez<sup>1</sup> y M.J. Gil García<sup>1</sup>

1 Departamento de Geología. Edificio de Ciencias. Universidad de Alcalá. Ctra. N-II Km. 33,600. 28871-Alcalá de Henares, Madrid.

2 Departamento de Geodinámica. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense. 28040-Madrid.

## ABSTRACT

Evidences from different paleoclimatic records have shown the existence of arid periods during the Upper Pleistocene and the Holocene in the central Iberian Peninsula. We present the palynological records from two aeolian deposits of central Iberian Peninsula which were developed during two of that arid periods in the Upper Pleistocene. One deposit is a clay dune, dated by OSL/TL on 22-23 ka, corresponding to the Last Glacial Maximum. The second deposit is a sand formation with massive structure and facies loess-like, dated by IRSL on 11 ka, corresponding to the Younger Dryas event. Both palynological records confirm the existence of arid periods at 22-23 ka and at 11ka, showing a vegetation made up of *Pinus*, *Juniperus* and steppe-like taxa. The differences between both records indicate that the cold-and-arid climatic conditions were more intense and longer during the Last Glacial Maximum than during the Younger Dryas.

**Key words:** aeolian deposits, central Iberian Peninsula, pollen analysis, Quaternary, climate change.

## INTRODUCCIÓN

La posición del clima mediterráneo, entre el suboceánico de la zona templada con precipitaciones asociadas al frente polar y los climas áridos de altas presiones, hace que la aridez no sea una constante en este régimen climático, sino el resultado de una serie de procesos escalonados en el tiempo y que actúan sobre la configuración biótica del paisaje mediterráneo, altamente sensible a la erosión y la desertización.

La información procedente de diversas fuentes paleoclimáticas ha evidenciado la existencia de periodos de aridez, de mayor intensidad que en la actualidad, durante el Pleistoceno superior y el Holoceno. Balairón (1997) apunta como primera causa de las etapas áridas del Holoceno, la deriva hacia el norte del anticiclón de las Azores, que bloquea la llegada de las borrascas de procedencia occidental. Sin embargo, las fases áridas del Pleistoceno las asocia al descenso latitudinal del frente polar.

La respuesta a estos periodos de aridez se materializa en la existencia de depósitos eólicos en la región central peninsular, cuya caracterización geomorfológica y composicional fue objeto de estudio en los trabajos realizados por Aleixandre *et al.* (1977), Pérez-González (1982), Pérez González *et al.* (1983) y por Piles y Pérez González

(1988). La morfología de estos depósitos eólicos ha permitido deducir que la dirección de los vientos, tanto de componente atlántica como de componente mediterránea, era la misma durante su formación que en la actualidad.

Rendell *et al.* (1994 y 1996), aplicando las técnicas de TL (*Termoluminiscencia*), OSL (*Luminiscencia de Estimulación Óptica*) y IRSL (*Luminiscencia de Estimulación por Infrarrojos*), ubican temporalmente estos depósitos, estableciendo así la existencia de tres etapas de elevada aridez:

- 1) Deposición principalmente de dunas arcillosas y de algunas arenosas entre los 28.000 y 20.000 años (final del estadio 3 y estadio 2).
- 2) Deposición de formaciones arenosas entre los 11.000 y 10.000 años (Dryas reciente).
- 3) Deposición y reactivación de formas arenosas entre los 4.000 y 300 años (Holoceno superior).

En este trabajo presentamos los registros palinológicos de dos depósitos eólicos de la región central peninsular (Fig. 1) formados durante las dos primeras etapas áridas. El primero de ellos se localiza al NW de los Arenales de San Gregorio (Ciudad Real), en la Llanura Manchega, a 650 m de altitud. El segundo depósito se localiza en las proximidades de Villarrubia de Santiago (Toledo), en la Mesa de Ocaña, a 750 m de altitud.



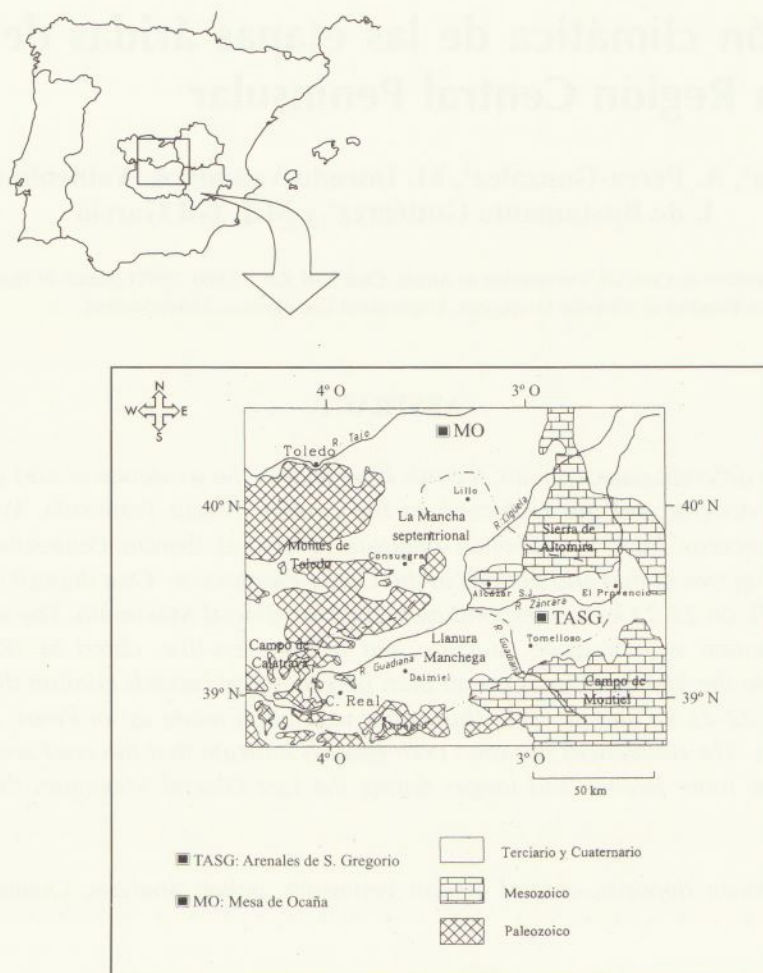


FIGURA 1: Esquema geológico de la región central peninsular, mostrando la localización de los dos depósitos eólicos estudiados: Arenales de San Gregorio (Ciudad Real) y Mesa de Ocaña (Toledo).

## RESULTADOS

### Depósito eólico de los Arenales de San Gregorio TASG-1

Este depósito corresponde a una duna arcillosa (clay dune) y está datado por OSL/TL en 22-23 ka. Esta datación lo ubica en el Último Máximo Glacial durante el cual las condiciones de fuerte estacionalidad (continentalidad) y la consiguiente escasez de vegetación posibilitarían en gran medida la existencia de los procesos de tipo eólico (Rodríguez García, 1998). Según el modelo de Livingstone y Warren (1996) la velocidad del viento durante esta época sería, respecto a la actual, hasta un 24% mayor en invierno y un 124% mayor en verano, en el hemisferio norte.

El análisis palinológico de una secuencia de 2 m de potencia (Fig. 2) refleja la existencia de un paisaje vegetal abierto dominado por vegetación herbácea de tipo estepario: Asteraceae tubuliflorae (Asteraceae-t), Chenopodiaceae-Amaranthaceae, Asteraceae liguliflorae (Asteraceae-l) y, más escasamente, *Artemisia* y Poaceae. El estrato arbustivo es relativamente constante, desde el punto de vista cuantitativo, y está constituido casi totalmente por *Juniperus*.

La vegetación arbórea no llega nunca a ser dominante, pero sus fluctuaciones, tanto cualitativas como cuantitativas, constituyen la base para diferenciar varias fases climáticas dentro del desarrollo global de la etapa árida que ha originado este depósito eólico. Así:

**Fase - I:** dominada por la vegetación herbácea y con escasa representación de vegetación arbórea refleja una fase de extrema aridez. El estrato arbustivo está constituido fundamentalmente por *Juniperus*, aunque esporádicamente se detectan presencias de Ericaceae y Cistaceae. El estrato arbóreo está dominado por *Pinus* y Oleaceae. Puntualmente se detectan presencias polínicas de *Betula* y *Corylus* procedentes de áreas refugio para estos taxones templados.

**Fase - II:** se desarrolla con valores porcentuales de arbustos similares a los de la fase anterior pero en este caso sólo está presente *Juniperus*. Los hechos más relevantes de esta fase son, por un lado, el aumento progresivo de la vegetación arbórea, debido al aumento de *Pinus* acompañado por Oleaceae y *Quercus* tipo caducifolio (*Quercus-c*) y tipo perennifolio (*Quercus-p*) y, por otro lado, la presencia constante de taxones templados como *Betula*, *Corylus* y *Fagus*. Todo ello parece indicar una mejora en las condiciones climáticas respecto a la fase anterior, que permite

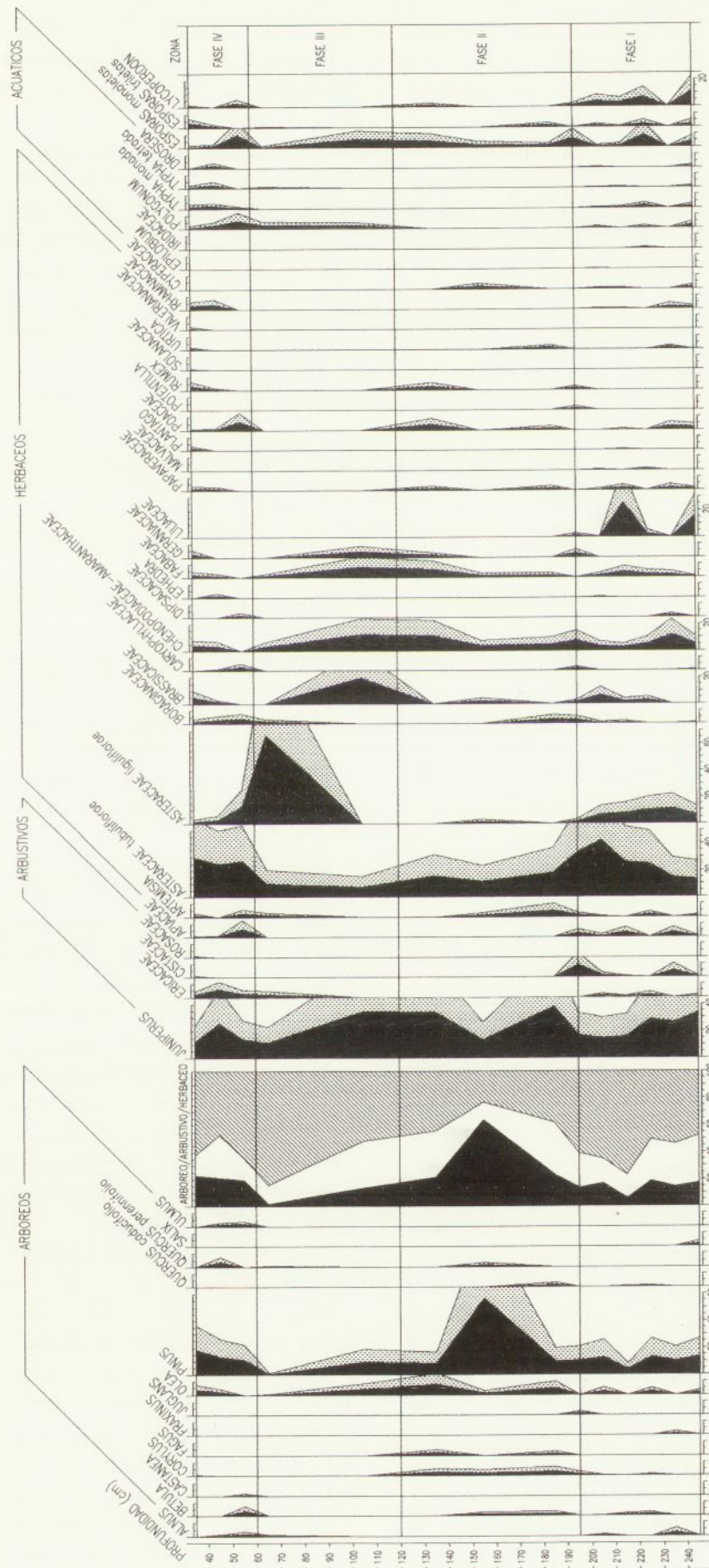


FIGURA 2: Diagrama Polínico del depósito eólico de Arenales de San Gregorio (TASG-1).



una ligera expansión de los taxones templados ubicados en las áreas refugio.

**Fase - III:** el rápido descenso de los valores de polen arbóreo, debido tanto a *Pinus* como a Oleaceae, la desaparición de elementos templados y el desarrollo de herbáceas de carácter estepario, permiten inferir la instalación, nuevamente, de unas condiciones climáticas más áridas.

**Fase - IV:** refleja una nueva recuperación, pero en este caso el efecto de la aridez progresiva da lugar a la pérdida de algunos taxones templados, detectándose sólo presencias de *Betula* y *Castanea*.

#### Depósito eólico de Mesa de Ocaña - MO

Este depósito corresponde a una formación arenosa que presenta estructura masiva y facies tipo "loess-like" y está datado por IRSL en 11 ka, por lo que se ubica en el episodio Younger Dryas. Dentro de este episodio se concentra, en la Llanura Manchega, la segunda fase de construcción dunar, principalmente de formaciones arenosas.

El análisis palinológico de una secuencia de 2,70 m de potencia (Fig. 3) refleja una clara tendencia hacia la pérdida de vegetación arbórea, constituida fundamentalmente por *Pinus*, siendo sustituida por un estrato arbustivo de *Juniperus*. La progresiva degradación origina un paisaje abierto, dominado por Asteraceae tubuliflorae y Chenopodiaceae-Amaranthaceae, y muy empobrecido desde el punto de vista cualitativo. A techo y muro de la secuencia existen niveles prácticamente estériles desde el punto de vista polínico. Junto a estos aspectos de carácter general, se observa que la evolución de la vegetación se produce en dos fases:

**Fase - I:** refleja el inicio de la recuperación de la vegetación arbórea, con *Pinus* como taxón principal, y, con menores porcentajes, Oleaceae, *Quercus* tipo perennifolio, *Betula*, *Corylus*, *Alnus* y *Ulmus*. El estrato arbustivo, aunque está dominado por *Juniperus*, es relativamente variado como lo demuestran las presencias de Ericaceae, Cistaceae y Rosaceae. En cuanto al estrato herbáceo, la característica más relevante es la pobreza cuantitativa frente a su riqueza cualitativa, destacando Asteraceae tubuliflorae, Chenopodiaceae-Amaranthaceae, Poaceae, Fabaceae, *Urtica*, *Rumex* y *Plantago*. En esta fase los taxones acuáticos están bien representados.

**Fase - II:** se desarrolla tras una corta etapa de degradación y como resultado se aprecia un importante cambio en la composición de la vegetación. Está caracterizada por el fuerte retroceso de la vegetación arbórea, cuyo espacio es aprovechado inicialmente por el estrato arbustivo, fundamentalmente *Juniperus*, para dar paso, finalmente, al desarrollo de elementos esteparios como Asteraceae tubuliflorae que sustituye a Chenopodiaceae-Amaranthaceae. Los taxones acuáticos presentan muy bajos valores lo que refleja la instalación de unas condiciones más xéricas.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las etapas de aridez del Pleistoceno superior quedan definidas en la región central peninsular por la existencia de depósitos de origen eólico, tanto de naturaleza arenosa como arcillosa.

La vegetación desarrollada durante las etapas áridas del Último Máximo Glacial y del Dryas reciente presenta características comunes y características propias, que permiten inferir similitudes y diferencias entre las dos etapas áridas (Fig. 4). Así, como características comunes destacan:

- Dominio progresivo de la vegetación herbácea constituida por taxones estépico como Asteraceae, Chenopodiaceae-Amaranthaceae, Poaceae y *Artemisia*.
- Estrato arbustivo constituido por *Juniperus*, como elemento principal, y por Cistaceae y Ericaceae con bajos valores.
- Poca representación de la vegetación arbórea con *Pinus* como taxón dominante, bajos porcentajes de Oleaceae y muy bajos valores de *Quercus*.
- Presencia de polen de taxones templados procedente de áreas refugio.

Las características propias de la vegetación de la etapa árida del Último Máximo Glacial son:

- Menor representación de vegetación arbórea en general, debido a los menores valores de *Pinus*.
- Valores muy bajos de *Quercus*.
- Mayor dominio de la vegetación herbácea, destacando los elevados porcentajes de Asteraceae liguliflorae y tubuliflorae.
- Presencia de mayor número de taxones templados: *Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Fagus*, *Juglans* y *Castanea*.

Por el contrario, las características propias de la vegetación de la etapa árida del Dryas reciente son:

- Mayor representación de la vegetación arbórea debida a los mayores porcentajes de *Pinus*.
- Mayores valores de *Quercus*.
- Vegetación herbácea con porcentajes ligeramente inferiores y en la que dominan Asteraceae tubuliflorae y Chenopodiaceae-Amaranthaceae.
- Menor representación de taxones templados, tanto cuantitativa como cualitativamente (sólo están presentes *Alnus*, *Betula* y *Corylus*).

Ambos registros polínicos corroboran la existencia de etapas áridas durante el 22-23 ka y durante el 11 ka, etapas en las que *Pinus*, *Juniperus* y taxones estépico conforman el paisaje vegetal. Las fluctuaciones de estos elementos principales marcan ciclos en la intensidad o grado de aridez dentro de cada etapa árida.

Sin embargo, las características propias de cada registro indican condiciones frías y áridas más intensas y de mayor duración durante el Último Máximo Glacial. Esto explicaría la mayor expansión de vegetación herbácea estépica y la existencia de áreas refugio para un mayor número de taxones templados en zonas de baja altitud y/o latitud próxi-



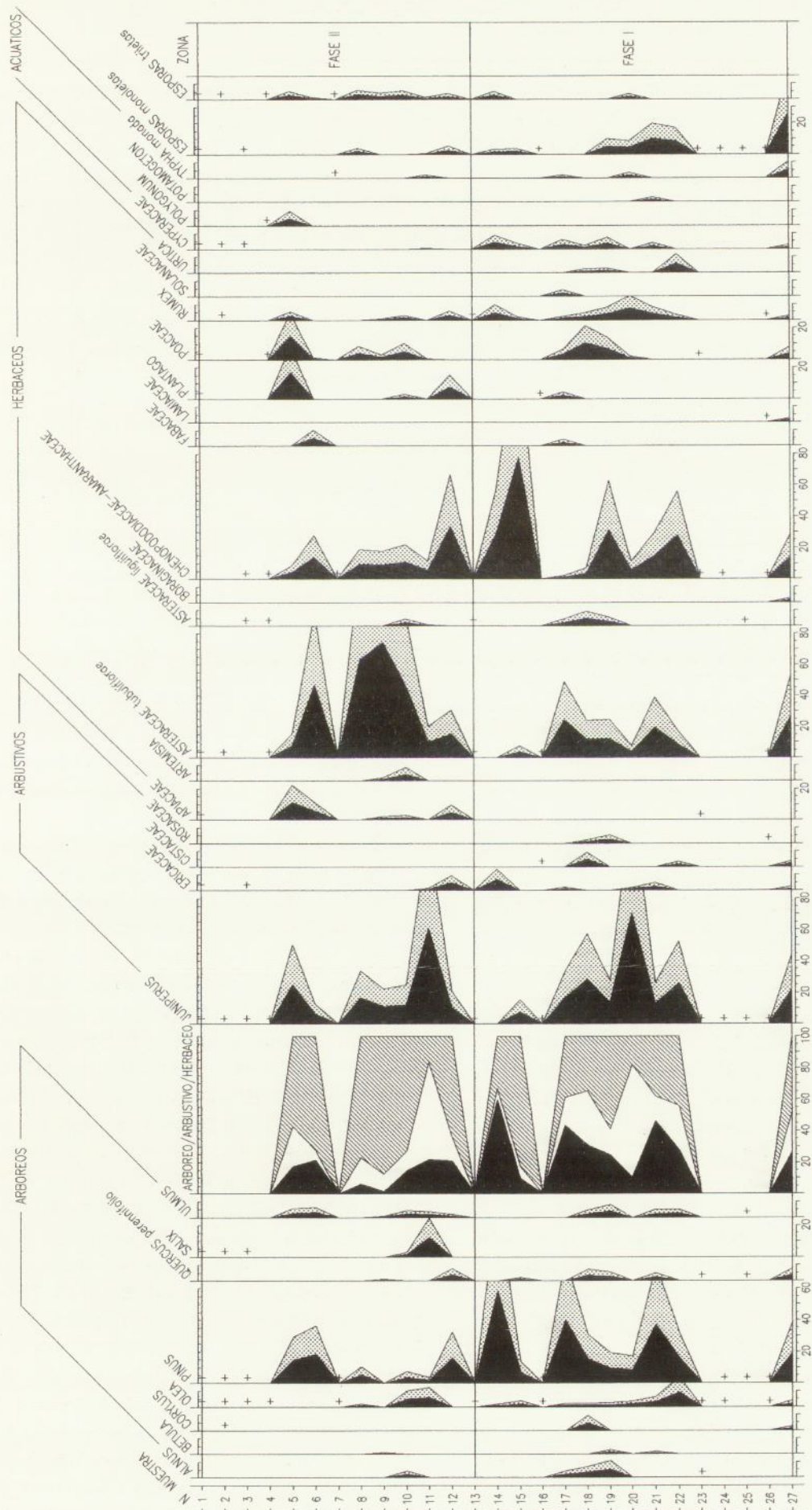


FIGURA 3: Diagrama Polínico del depósito eólico de Mesa de Ocaña (MO).

	ÚLTIMO MÁXIMO GLACIAL	DRYAS RECIENTE	
CARACTERÍSTICAS COMUNES	<p>- Dominio progresivo de la vegetación herbácea: Asteraceae, Poaceae Chenopodiaceae-Amaranthaceae y <i>Artemisia</i>.</p> <p>- Arbustos de <i>Juniperus</i> y bajos valores de Cistaceae y Ericaceae.</p> <p>- Vegetación arbórea muy poco representada y constituida por <i>Pinus</i> y, con bajos porcentajes, Oleaceae y <i>Quercus</i>.</p> <p>- Presencia de polen de taxones templados procedentes de áreas refugio.</p>		CONDICIONES ESTEPARIAS
CARACTERÍSTICAS PROPIAS	<p>Mayor dominio de la vegetación herbácea</p> <p>Bajos valores de <i>Pinus</i></p> <p>Valores muy bajos de <i>Quercus</i></p> <p>Presencia de más taxones templados:<i>Alnus</i>, <i>Betula</i>, <i>Corylus</i>, <i>Fagus</i>, <i>Juglans</i>, <i>Castanea</i></p> <p>CONDICIONES FRÍAS Y ÁRIDAS MÁS INTENSAS. ETAPA ÁRIDA DE LARGA DURACIÓN. ÁREAS REFUGIO PARA UN MAYOR NÚMERO DE TAXONES TEMPLADOS.</p>	<p>Vegetación herbácea con menores porcentajes.</p> <p>Mayores valores de <i>Pinus</i></p> <p>Valores de <i>Quercus</i> ligeramente superiores</p> <p>Menor representación de taxones templados:<i>Alnus</i>, <i>Betula</i>, <i>Corylus</i>.</p> <p>CONDICIONES FRÍAS Y ÁRIDAS MENOS INTENSAS. CORTA DURACIÓN DEL EVENTO ÁREAS REFUGIO PARA UN MENOR NÚMERO DE TAXONES TEMPLADOS.</p>	DIFERENTE INTENSIDAD Y DURACIÓN

FIGURA 4: Cuadro-resumen de las similitudes y diferencias entre las etapas áridas del Último Máximo Glacial y del Dryas reciente.

mas al depósito estudiado. En el Dryas reciente, la menor intensidad de las condiciones climáticas frías y áridas da lugar a una mayor representación de la vegetación arbórea y, debido a la corta duración del evento, no se produce un importante descenso del límite altitudinal y/o latitudinal de los taxones templados hacia áreas refugio próximas al depósito estudiado.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido financiado por la Fundación Ramón Areces en el marco del proyecto *Evolución climática en la Submeseta sur durante el Cuaternario: Las Tablas de Daimiel y las Lagunas de Ruidera*.

## REFERENCIAS

Aleixandre, T., Pinilla, A. y Pérez-González, A. (1977): Características mineralógicas de las dunas continentales de la Llanura Manchega. Actas de la III Reunión G.T. del Cuaternario, Inst. Geogr. Aplicada, C.S.I.C., Madrid: 281-289.

Balairón, L. (1997): El clima mediterráneo y sus características en el contexto de la circulación general atmosférica. En: El paisaje mediterráneo a través del espacio y del tiempo. Implicaciones en la desertificación (J.J. Ibáñez, B.L. Valero Garcés y C. Machado, Eds.), Geoforma Ediciones, Logroño: 131-160.

Livingstone, I. y Warren, A. (1996): Aeolian Geomorphology: An Introduction. Longman, Essex: 211 p.

Pérez-González, A. (1982): Neógeno y Cuaternario de la Llanura Manchega y sus relaciones con la Cuenca del Tajo. Tesis Doctoral 179/821. Editorial de la Universidad Complutense de Madrid. 787 p.

Pérez-González, A., Aleixandre, T., Pinilla, A. y Gallardo, J. (1983): El paisaje eólico de la Llanura aluvial de San Juan (Llanura Manchega central). Cuadernos do Laboratorio Xeoloxico de Laxe, 5: 631-656.

Piles, E. y Pérez-González, A. (1988): Cartografía Geológica y Memoria de la Hoja Geológica a E. 1:50.000 de Villarta de San Juan (738). Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid.

Rendell, H.M., Calderón, T., Pérez-González, A., Gallardo, J., Millán, A. y Townsend, P.D. (1994): Thermoluminescence and Optically Stimulated Luminescence dating of Spanish dunes. Quaternary Geochronology (Quatern. Sci. Rev.), 13: 429-432.

Rendell, H.M., Pérez-González, A., Calderón, T. y Beneitez, P. (1996): Late Quaternary aeolian activity in the Manchega Plain, Central Spain. 8th Int. Conf. on Luminescence and Electron Spin Resonance: 220-221.

Rodríguez García, J.A. (1998): Geomorfología de Las Tablas de Daimiel y del endorreísmo manchego centro-occidental. Tesis de Licenciatura (Inédita), Universidad Complutense de Madrid. 164 p.